

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-287603

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)11月20日

G 02 B 6/16

3 I 1

8806-2H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 絶対単一偏波光ファイバ

⑯ 特 願 昭63-116941

⑰ 出 願 昭63(1988)5月16日

⑱ 発 明 者 田 嶋 克 介 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 発 明 者 佐 々 木 豊 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉑ 代 理 人 弁理士 谷 義 一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

絶対単一偏波光ファイバ

## 2. 特許請求の範囲

## 1) コアと、

該コアを囲むクラッド径がコア径の10倍以下の内クラッドと、

該内クラッドを囲む外クラッドと、

前記コアの外径と外クラッドの外径の中間に、かつ前記コアの中心に対して中心対称の位置に設けられ、前記外クラッドより屈折率が高くない2個以上の応力付与部を有し、

前記コアの屈折率 $n_c$ 、前記内クラッドの屈折率 $n_1$ 、外クラッドの屈折率 $n_2$ 、応力付与部の屈折率 $n_3$ とした時、 $n_c > n_1$ 、 $n_c > n_2$ かつ $n_3 < n_2$ であり、前記応力付与部の熱膨張係数が前記内クラッドおよび外クラッドの熱膨張係数より大きいことを特徴とする絶対単一偏波光ファイバ。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明はコヒーレント光伝送方式用の伝送媒体、超高速の伝送方式用の伝送媒体、または偏波特性を有する光回路素子の間の結合に必要な、単一直線偏波を有する光を伝送する絶対単一偏波光ファイバおよびその製造方法に関するものである。

## 〔従来の技術〕

従来考えられていた絶対単一偏波光ファイバは第5図に示すものであった。この構造の絶対単一偏波光ファイバはコア1を含むように第1中間クラッド2を配置し、さらにコア1、第1中間クラッド2を含むように楕円形状の第2中間クラッド3を配置し、その外側を最外クラッド4が囲む構造のものであった。この絶対単一偏波光ファイバは第2中間クラッド3を楕円形状とし、最外クラッド4を楕円形状に近い形とすることにより、コア1の応力による複屈折率を誘起させ、2つの

偏波モード  $HE_{1,1}$ 、 $HE_{1,1}$  のうちの一つを遮断状態にするものであった。しかし、この構造ではファイバ形状が非円形なため、円形形状をもつシングルモード光ファイバとの融着接続時には最外クラッドの形状が円形に戻り、それに伴って第2中間クラッドの楕円形状が円形に近づくため、クロストーク劣化を生じてしまうという欠点を有していた。また、第6図に示すように、コア部1A、第1中間クラッド部2A、第2中間クラッド部3Aおよび最外クラッド部4Aを有する母材を圧搾部材Wを用い、高温状態で側面から圧搾するため、第2中間クラッドの楕円形状が指定どおりの形状に再現される確率が低く、従って母材長手方向の形状が変化するという欠点を有し、長尺にわたる低損失化、低クロストーク化を実現することは困難であった。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

上述したように、従来の絶対単一偏波光ファイバは低損失化および低クロストーク化が困難で

#### 〔作用〕

本発明による絶対単一偏波光ファイバは、コア部とコア部を囲む内クラッド部と内クラッド部を囲む外クラッド部とを有する母材に、コア部を挟んでコア部中心に対して中心対称の位置に超音波ドリルを用いて2つ以上の孔を開け、それぞれの孔に外クラッド部より屈折率が高くない応力付与母材を挿入した後、一体化し、線引きすることによって製造できる。

本発明によれば線径変動の少ない低損失、低クロストーク、広帯域の絶対単一偏波光ファイバを再現性よく設計どおりに実現できる。

#### 〔実施例〕

以下に実施例によって本発明を詳細に説明する。

##### 実施例1

第1図に本発明の絶対単一偏波光ファイバの実施例の断面図および屈折率分布を示す。同図(A)は断面図、同図(B)および(C)はそれぞれ図(A)

にあった。

本発明の目的は上に述べた欠点を解決し、従来のシングルモード光ファイバと整合性のよい低損失の絶対単一光ファイバを実現することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

このような目的を達成するために、本発明はコアと、コアを囲むクラッド径がコア径の10倍以下の内クラッドと、内クラッドを囲む外クラッドと、コアの外径と外クラッドの外径の中間に、かつコアの中心に対して中心対称の位置に設けられ、外クラッドより屈折率が高くない2個以上の応力付与部を有し、コアの屈折率  $n_c$ 、内クラッドの屈折率  $n_1$ 、外クラッドの屈折率  $n_2$ 、応力付与部の屈折率  $n_3$  とした時、 $n_c > n_1$ 、 $n_c > n_2$  かつ  $n_3 < n_2$  であり、応力付与部の熱膨張係数が内クラッドおよび外クラッドの熱膨張係数より大きいことを特徴とする。

におけるx方向およびy方向の屈折率分布を示す。

図示されるように、本実施例の光ファイバはコア1と、コア1を囲む内クラッド5と、内クラッド5を囲む外クラッド6と、外クラッド中にコア1を挟んでコア中心に対して中心対称の位置に設けた応力付与部7からなる構造を有する。応力付与部は内クラッド5と外クラッド6にまたがってもよく、その場合応力付与部がコアに接してもよい。

本実施例では、コア1は  $GeO_2 \cdot SiO_2$ 、内クラッド5は  $SiO_2$ 、外クラッド6は  $GeO_2 \cdot SiO_2$  とした。コア1、外クラッド6および応力付与部7の  $SiO_2$  に対する比屈折率差はそれぞれ0.5%、0.35%および0.1%とした。応力付与部7には、 $B_2O_3$  が15 mol%、 $GeO_2$  が9 mol%ドープされている。

コアの屈折率を  $n_c$ 、内クラッドの屈折率を  $n_1$ 、外クラッドの屈折率を  $n_2$ 、応力付与部の屈折率を  $n_3$  とした時、コアが導波路となるためには  $n_c > n_1$  とし、応力付与部が導波路にならないようにする

ためには  $n_3 < n_2$  とし、光をクラッド外へ放射する必要がある。

コア径  $2a$  は  $5\ \mu\text{m}$ 、内クラッド径  $2c$  は  $10\ \mu\text{m}$ 、外クラッド径  $2b$  は  $200\ \mu\text{m}$ 、応力付与部径  $t$  は  $50\ \mu\text{m}$ 、応力付与部のコア中心からの距離  $r$  は  $11\ \mu\text{m}$  とした。絶対単一偏波光ファイバを実現するためには  $10^{-3}$  以上の高複屈折率を必要とする。

本光ファイバはコア、内クラッド、外クラッドからなる原母材に対しては、基本モードに対してはカットオフ状態になる。応力により生ずるモード複屈折率  $1.1 \times 10^{-3}$  が相加されるため、 $x$  偏波に対する屈折率分布と、 $y$  偏波に対する屈折率分布は異なる。このため  $x$  偏波、 $y$  偏波に対して異なるカットオフ値を生じる。

絶対単一偏波光ファイバの偏波保持性能を高めるためには両偏波に対するカットオフ周波数の差を大きくする必要がある。

次に、第2図に上述した絶対単一偏波光ファイバの実施例の基本モードに対する分散曲線を示す。図において、各曲線と横軸との交点  $v_{cx}$ 、

$v_{cy}$ 、 $v_c$  が、カットオフ時の規格化遮断周波数を示す。本構造の光ファイバに対しては応力付与部がない場合にも内クラッド径がコア径の10倍以下であるためカットオフ波長が生じる。応力の効果を見捨てた時の規格化遮断周波数は  $x$ 、 $y$  両偏波に対して  $v_c$  である。応力の効果を入れることによって  $x$  偏波に対しては  $v_{cx}$ 、 $y$  偏波に対しては  $v_{cy}$  と分離していく。 $v_{cx} < v_c < v_{cy}$  の帯域で使用すれば  $x$  偏波は伝搬されるが  $y$  偏波は遮断されるため絶対単一偏波光ファイバが実現できる。

第3図にこの帯域で使用した時の光ファイバ断面における等価屈折率分布を示す。同図(A)は  $x$  方向、同図(B)は  $y$  方向の、それぞれ屈折率分布を示す。第3図(A)に示すように  $x$  偏波に対してはコアの屈折率  $n_{co}$  が外クラッドの屈折率より高いため導波路となるが、 $y$  偏波に対して同図(B)に示すようにコアの屈折率  $n_{cy}$  が外クラッドの屈折率より低くなるため、コアから光が漏れ、導波路とならない。このため  $y$  偏波に対して遮断状態となる。

#### 実施例2

本実施例ではコア部として  $\text{GeO}_2$ 、内クラッド部として  $\text{F-SiO}_2$ 、外クラッド部として  $\text{SiO}_2$ 、応力付与部として  $\text{B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  を用いた。コアの応力付与部に対する比屈折率差は  $0.3\%$ 、内クラッドの比屈折率差は  $-0.1\%$ 、応力付与部の屈折率は外クラッドの屈折率より低くした。応力付与部には、 $\text{SiO}_2$  ガラスに  $\text{B}_2\text{O}_3$  が  $20\ \text{mol}\%$  ドープされている。

コア部径  $1\ \text{mm}$ 、内クラッド部径  $3\ \text{mm}$ 、外クラッド部径  $40\ \text{mm}$  の母材に、コア部中心から  $1\ \text{mm}$  の位置に超音波ドリルを用いて  $16.2\ \text{mm}$  径の孔をあけ、孔の内面を研磨、火炎研磨し、フッ酸で洗浄した後、 $16\ \text{mm}$  径の応力付与母材を孔に装着する。次に、 $1500^\circ\text{C}$  で減圧しながら一体化した後、温度を  $2000^\circ\text{C}$  に上げて外径  $200\ \mu\text{m}$  に線引きした。

作製した絶対単一偏波光ファイバのモード複屈折率は  $1 \times 10^{-3}$  となり、波長  $1.55\ \mu\text{m}$  において  $y$  偏波は遮断状態となっており、 $x$  偏波に対する伝送損失は  $1\ \text{dB/km}$  であった。

次に、第4図を参照して本発明の絶対単一光ファイバの製造方法の一例を説明する。

内クラッド部12、外クラッド部13およびコア部11を含む母材10に、コア部中心から  $2\ \text{mm}$  離れた位置に超音波ドリルを用いて孔14a、14bをあけた後、孔の内面を研磨、火炎研磨し、さらにフッ酸で洗浄する。コア部11の径は  $2\ \text{mm}$ 、内クラッド部12の径は  $4\ \text{mm}$ 、外クラッド部13の外径は  $40\ \text{mm}$  とし、応力付与母材15A、15Bの径は  $16\ \text{mm}$ 、孔14A、14Bの径は  $16.2\ \text{mm}$  とした。 $\text{SiO}_2$  ガラスに  $\text{GeO}_2$  および  $\text{B}_2\text{O}_3$  をドープした応力付与母材を研磨、火炎研磨した後、表面をフッ酸で洗浄した。応力付与母材15A、15Bを孔14A、14Bに装着した後、 $1500^\circ\text{C}$  で減圧しながら一体化する。次に、温度を  $2000^\circ\text{C}$  に上げて線引きを行った。

作製した絶対単一偏波光ファイバに波長  $1.55\ \mu\text{m}$  の円偏波を入射させたところ伝送損失は  $1\ \text{dB/km}$ 、 $y$  偏波に対しては  $35\ \text{dB/km}$  以上となり、 $y$  偏波は実質的に遮断状態となっていることが明らかになった。

## 〔発明の効果〕

以上説明したように、コアと、コアを囲む内クラッドと、内クラッドを囲む外クラッドと、内クラッドと外クラッドにまたがるか、外クラッド中に存在する応力付与部からなる構造において、コアの屈折率を $n_c$ 、内クラッドの屈折率を $n_1$ 、外クラッドの屈折率を $n_2$ 、応力付与部の屈折率を $n_3$ とした時、 $n_1 < n_c$ 、 $n_2 < n_c$ 、 $n_3 < n_2$ なる関係が成り立つように屈折率を設定することにより、絶対単一偏波光ファイバを実現できる。

コア部、内クラッド部、外クラッド部を有する母材に、外クラッド部中または内クラッド部と外クラッド部にまたがり、超音波ドリルで孔をあけ、孔の内面を研磨し、火炎研磨を施した後、フックで洗浄した応力付与母材に孔を装着し、1500℃で減圧しながら一体化した後、温度を2000℃に上げて線引きを行うことによって製造でき、線径変動の少ない低損失、低クロストーク、広帯域の絶対単一偏波光ファイバを再現性よく設計できるように実現できる。

7…応力付与部、

10…母材、

11…コア部、

12…内クラッド部、

13…外クラッド部、

14A, 14B…応力付与母材を挿入する孔、

15A, 15B…応力付与母材、

出 願 人 日本電信電話株式会社

代 理 人 弁理士 谷 義 一

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の絶対単一偏波光ファイバの実施例の断面形状および屈折率分布を示す図、

第2図は本発明の絶対単一偏波光ファイバの実施例の分散特性を示す図、

第3図はx偏波が導波状態、y偏波が遮断状態の場合の等価屈折率分布を示す図、

第4図は孔開け法による絶対単一偏波光ファイバの製造方法を示す図、

第5図は従来の楕円クラッドを有する絶対単一偏波光ファイバの断面図、

第6図は従来の絶対単一偏波光ファイバの製造方法を示す図である。

1…コア、

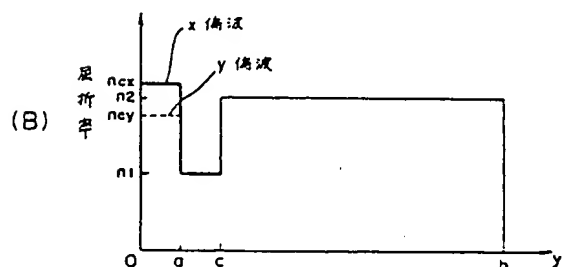
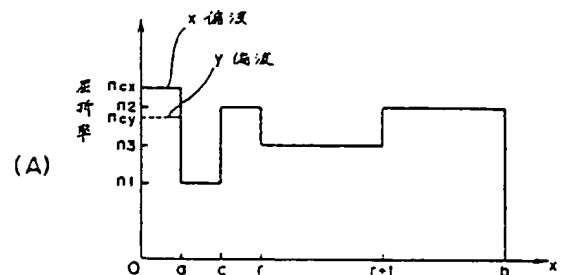
2…第1中間クラッド、

3…第2中間クラッド、

4…最外クラッド、

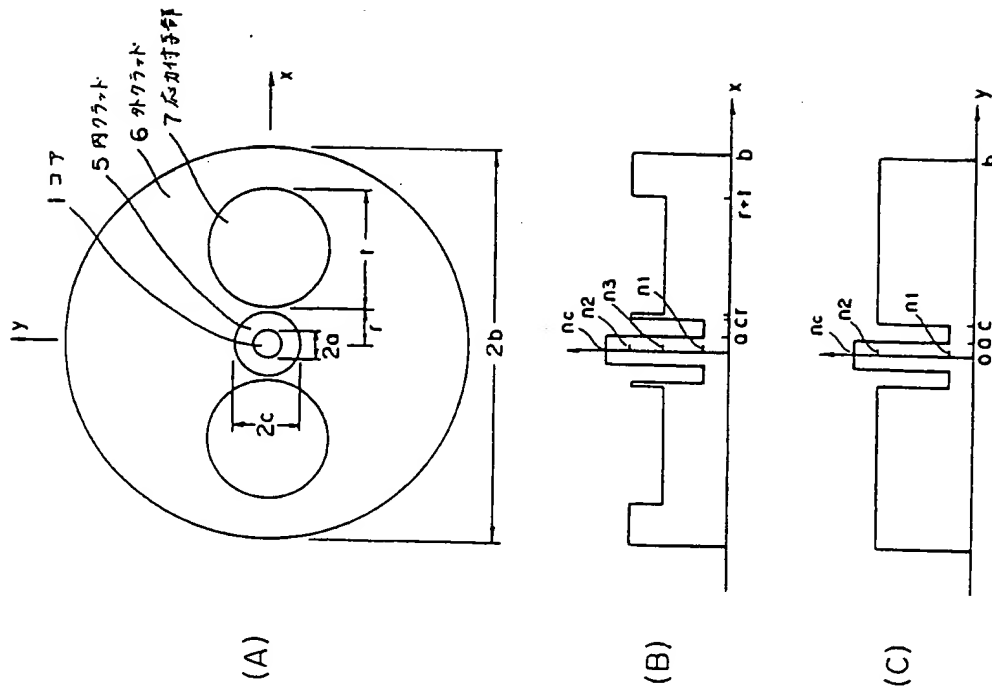
5…内クラッド、

6…外クラッド、



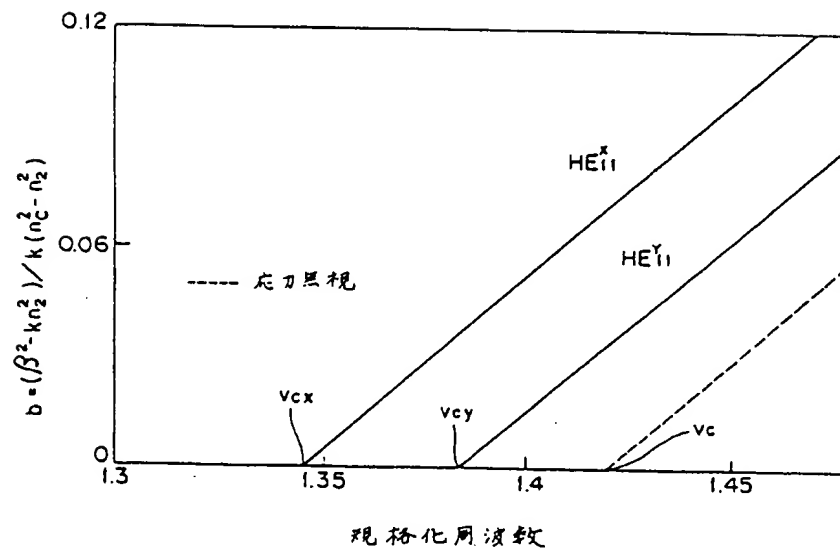
等価屈折率分布図

第3図



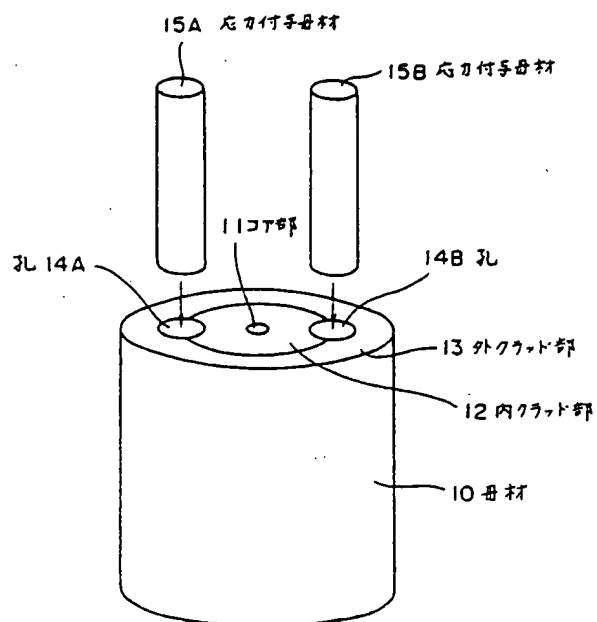
本発明実施例の断面図および屈折率分布図

第 1 図



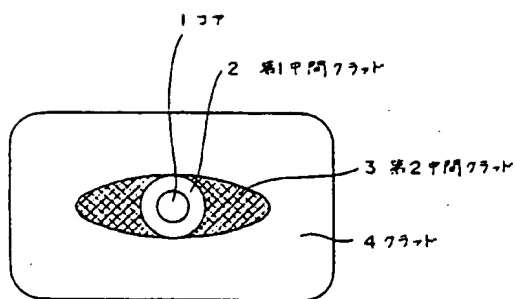
本発明による絶対単一偏波光ファイバの実施例の分散特性図

第 2 図



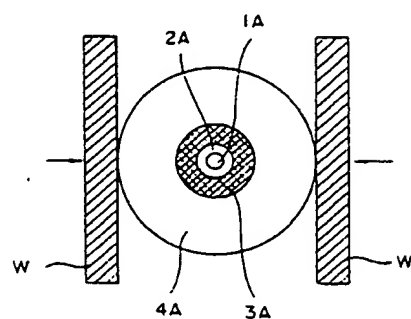
本発明の絶対単一偏波光ファイバの製造法を説明する斜視図

第 4 図



従来の絶対単一偏波光ファイバの断面図

第 5 図



従来の絶対単一偏波光ファイバの製法を説明する断面図

第 6 図

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-287603

(43)Date of publication of application : 20.11.1989

(51)Int.Cl.

G02B 6/16

(21)Application number : 63-116941

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 16.05.1988

(72)Inventor : TAJIMA KATSUSUKE  
SASAKI YUTAKA

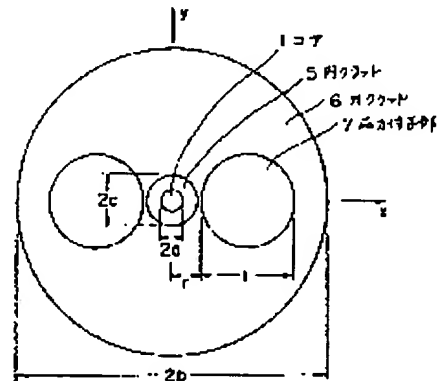
## (54) ABSOLUTE SINGLE MODE POLARIZATION OPTICAL FIBER

### (57)Abstract:

PURPOSE: To decrease the fluctuation in fiber diameter by specifying the refractive indices of the core, inside clad, outside clad and stress imparting parts and forming the stress imparting parts so as to have the coefft. of thermal expansion larger than the coefft. of thermal expansion of the inside clad and the outside clad.

CONSTITUTION: The core 1, the inside clad 5 which encloses the core and has the diameter of  $\leq 10$  times the diameter of the clad, the outside clad 6 which encloses the inside clad 5 and 2 pieces of the stress imparting parts 7 which are provided in the position symmetrical with the center of the core 1 between the outside diameter of the core 1 and the outside diameter of the outside clad 6 and have the refractive index lower than the refractive index of the outside clad 6 are provided.

The refractive index of the core 1, designated as  $n_c$ , the refractive index of the inside clad 5, as  $n_1$ , the refractive index of the outside clad 6, as  $n_2$ , and the refractive index of the stress imparting parts, as  $n_3$ , are specified to  $n_c > n_1$ ,  $n_c > n_2$ , and  $n_3 > n_2$ . The coefft. of thermal expansion of the stress imparting parts 7 is so determined as to be larger than the coefft. of thermal expansion of the inside clad 5 and the outside clad 6. The absolute single polarization optical fiber which decreases the fluctuation in the fiber diameter and has the low loss, low crosstalks and a wide band is thereby obtd. as desired with good reproducibility.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]